

Roger Cadiergues

MémoCad mB34.b

LES PRODUCTIONS CENTRALISÉES D'ÉLECTRICITÉ

SOMMAIRE

mB34.1. Productions centralisées ou décentralisées

mB34.2. Les centrales thermiques

mB34.3. Les parc éoliens

mB34.4. Les éoliennes et l'environnement



La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part que les «copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective», et d'autre part que les analyses et courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration «toute reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite».

mB34.1. PRODUCTIONS CENTRALISÉES OU DÉCENTRALISÉES

L'ÉLECTRICITÉ DANS LES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE

L'électricité joue un rôle croissant dans les consommations d'énergie. Au fur et à mesure qu'on améliore l'isolation des bâtiments les consommations de chauffage baissent d'importance, alors que les autres consommations (éclairage et autres applications électriques) jouent un rôle croissant. Alors que 80% des appareils électroménagers tendent à avoir d'excellentes performances énergétiques (classement A+), le développement des ordinateurs domestiques et l'usage d'Internet compensent largement cette tendance à la réduction des consommations. Il est donc très important de situer les usages électriques. C'est d'autant plus délicat que deux solutions se présentent pour la production :

- . la **solution centralisée**, l'électricité étant produite dans des centrales souvent puissantes,
- . et la **solution décentralisée**, qui consiste à produire l'électricité sur les lieux mêmes d'utilisation.

Nous ne traitons, dans ce livret, que des productions centralisées.

LES PRODUCTIONS CENTRALISÉES

Les productions classiques d'électricité reposent, pour l'essentiel, sur trois types de centrales :

- . les **centrales thermiques**, à base de **combustibles**, utilisant des turbines : fiche **mB34.2**,
- . les **centrales hydrauliques** : voir ci-dessous,
- . les **centrales nucléaires** : voir ci-dessous,

auxquelles il faut aujourd'hui ajouter (outre des techniques plus subalternes) :

- . les **centrales éoliennes** : fiche **mB34.3**,
- . et les **productions solaires** : voir livrets **mB33** et **mB35**, *les productions photovoltaïques étant très voisines, que la génération soit centralisée ou non*

LA RÉPARTITION DES PRODUCTIONS DANS LE TEMPS

La planification de la production d'électricité ne peut pas simplement reposer sur la quantité d'énergie annuelle que telle ou telle source peut fournir, il faut en plus que cette énergie soit fournie aux bons moments, ce qui conduit à distinguer : les **centrales de base** et les **centrales de pointe**, le classement étant essentiellement basé sur la facilité de mise en route des centrales. En France les *centrales de base* sont essentiellement *nucléaires*.

LES CENTRALES NUCLÉAIRES

Les centrales nucléaires jouent un rôle très important dans les bilans français de production d'électricité : ce sont les **centrales de base de référence**. Il existera, en fait et dans les années à venir, deux parcs.

1. Le premier parc est celui des 58 réacteurs actuellement en opération, destinés à disparaître à assez long terme.

.2. Le deuxième parc - à venir - est celui des futurs réacteurs à eau pressurisée dits de troisième génération (EPR), dont les implantations sont en discussion au moment de la rédaction de ce livret.

La prise en compte de l'énergie nucléaire dans les dégagements de CO₂ mérite quelque examen. En effet le fait, en France, de ne pas comptabiliser les énergies grises, obère les discussions sur l'énergie nucléaire, car oubliant le fait que cette énergie ne rejetant pas directement de CO₂ à l'atmosphère, consomme de l'énergie lors de l'extraction, de la préparation et du transport de l'uranium.

LES CENTRALES HYDRAULIQUES

Il s'agit là d'une production pouvant être **de pointe**. Avant l'introduction du nucléaire, EDF avait très fortement privilégié l'hydraulique, y faisant de la France l'un des plus importants d'Europe (après la Norvège) : de l'ordre de 2100 barrages dont 400 très importants, qui devraient être progressivement rénovés ces prochaines années. La situation est telle que le parc est proche de sa capacité maximale, l'ensemble étant saturé en sites disponibles. La seule solution consiste à augmenter les capacités de production (tout en améliorant les rendements) grâce au recours à de nouvelles turbines.

Pour redévelopper l'hydraulique française des grands et moyens barrages la solution s'impose : revoir et améliorer l'existant. Pour ce faire il s'agit essentiellement de remplacer les turbines et les roues existantes par des turbines de haute efficacité, une action déjà plus ou moins en train de se mettre en place . Avec un appel d'offres au moment de la rédaction de ce livret : les gains prévus sont de 30 % sur le rendement des turbines.

mB34.2. LES CENTRALES THERMIQUES

LES DEUX GRANDES CATÉGORIES DE CENTRALES

Nous prendrons ici comme référence, non pas les installations de production électrique simple, mais les installations de production combinée de chaleur et d'électricité, dites de **cogénération**. Elles sont basées sur l'utilisation soit de **turbines à vapeur**, soit de **turbines à gaz**.

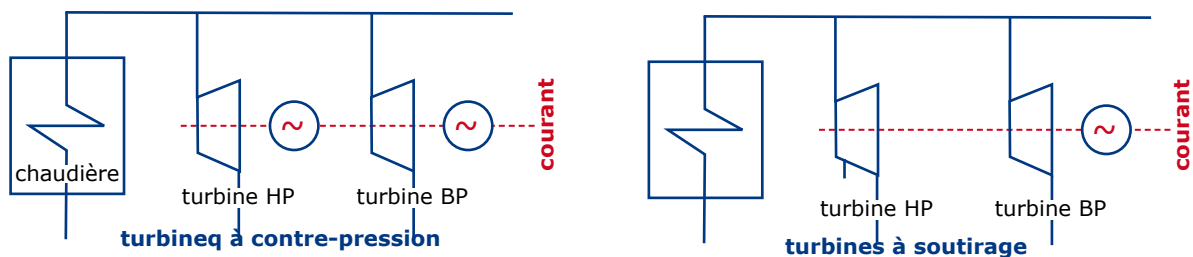
L'EMPLOI DES TURBINES À VAPEUR

Ces centrales utilisent deux modes de fonctionnement, les turbines (voir schémas ci-dessous) pouvant être :

- soit à **contre-pression**,
- soit à **soutirage**.

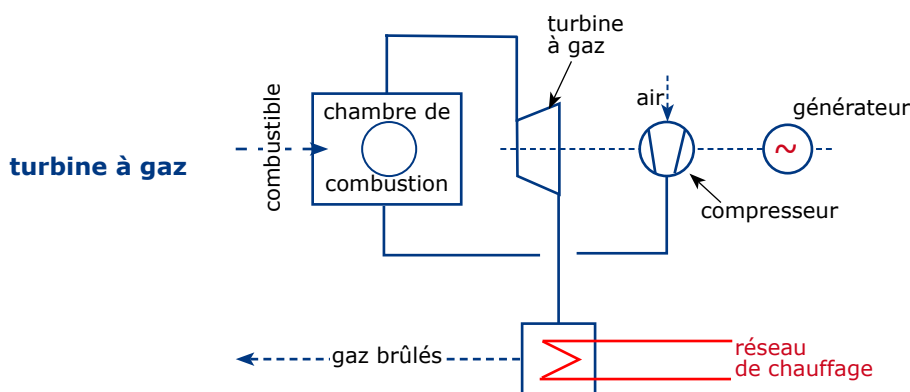
Avec le fonctionnement à **contre-pression** la totalité de la vapeur issue de la turbine basse pression (BP) est utilisée pour le chauffage, et la production de chaleur et d'électricité sont dépendantes l'une de l'autre. C'est donc un système manquant de souplesse, son intérêt essentiel résidant dans son relativement faible coût.

Avec le fonctionnement par **soutirage**, les besoins de chauffage et les besoins d'électricité sont plus indépendants. Il est assez facile, par exemple aux besoins de pointe en électricité, de réduire fortement la fourniture de chauffage. *Toutes ces capacités sont largement utilisées dans les centrales classiques de chauffage urbain.*



L'EMPLOI DES TURBINES À GAZ

Avec ce système présentant de multiples avantages (voir plus loin) c'est la chaleur contenue dans les gaz issus de la combustion qui est utilisée pour le chauffage (voir schéma ci-dessous). Les principaux avantages notés sont les suivants : faible encombrement, faible coût, mise en température rapide. N.B. Les systèmes combinés (turbines à gaz + turbines à vapeur) sont également possibles.



LES COEFFICIENTS DE TRANSFORMATION

La multiplicité des techniques possibles rend difficile la fixation du coefficient dit de transformation en énergie primaire (voir le livret **mB02 : le développement durable**). Si l'on néglige l'énergie grise, en France ce coefficient vaudrait 2,58. Par contre, si l'on inclut l'**énergie grise** (préparation et transport du combustible) le coefficient, selon les performances des turbines, va se situer entre 2,9 (systèmes modernes performants) et 3,8 (systèmes plus anciens à base de combustible solide, ou certains systèmes de production combinée). C'est une des raisons pour lesquelles il peut subsister d'assez fortes divergences entre évaluations.

mB34.3. LES PARCS ÉOLIENS

LE DÉVELOPPEMENT DES ÉOLIENNES

La France est souvent considérée comme l'un des pays européens qui, avec le Royaume-Uni, présente le potentiel le plus élevé d'utilisation de l'énergie du vent. Avec une légère croissance, le taux de réalisation, en 2008, dépassera probablement l'installation d'un peu plus de 600 unités. Pour des raisons diverses les éoliennes de production centralisée d'électricité sont regroupées dans des «parcs éoliens». Fin septembre 2008 on comptait, en France, plus de 320 parcs de ce type.

LES PARCS ÉOLIENS

Actuellement, en France, les éoliennes sont presque toutes regroupées dans des «parcs» qui fournissent directement de l'électricité aux producteurs d'électricité. L'inconvénient essentiel de l'éolien étant dû à l'intermittence du vent, les promoteurs de parcs tentent de compenser, au moins en partie, ce défaut en multipliant les sites sur le territoire. De sorte qu'en France une gamme très étendue est prévue : certaines projections en prévoient 8000 d'ici une quinzaine d'années, mais cette perspective reste douteuse par suite des obstacles liés aux réactions des populations intéressées.

Ces parcs éoliens utilisent essentiellement (dans notre pays) des unités possédant les caractéristiques types suivantes (illustration ci-contre) :

- une capacité unitaire de 2 MW (*puissance nominale*),
 - avec une nacelle, placée entre 90 et 105 mètres de hauteur, qui contient les pièces essentielles,
 - . des pales de 45 mètres de long,
 - . le tout aboutissant à un encombrement horizontal de 90 mètres (souvent plus de 150 m de haut).
- Chaque unité pèse 250 tonnes, dont 72 tonnes pour la nacelle placée entre 90 et 105 mètres de hauteur au bout du mât.

D'autres éoliennes peuvent avoir des caractéristiques plus lourdes, mais sont encore rares : la plus grosse éolienne (allemande, de 6 MW), possède un rotor de 126 m de diamètre, fixé à 131 m de hauteur.

LES DOMAINES DE FONCTIONNEMENT

Les éoliennes types de ces parcs éoliens reposent sur l'utilisation de pales automatiquement orientables, fonctionnant aux vitesses de vent suivantes :

- . *vitesse de vent minimale*, à partir de laquelle l'éolienne se met en route : de l'ordre de 3 [m/s] (notations «françaises» : 10 à 15 km/h),
- . *vitesse de vent optimale* (de référence) : de l'ordre de 12 [m/s] (notations françaises : 40 à 50 km/h),
- . *vitesse de vent maximale*, à partir de laquelle l'éolienne s'arrête grâce à des freins mécaniques ou aérodynamiques : 25 [m/s] (90 km/h).

Par grand vent (> 90 km/h) le système de sécurité modifie l'inclinaison des pales et actionne un frein sur le rotor pour stopper le fonctionnement de l'ensemble.

LES CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES COURANTES

Les éoliennes types des parcs éoliens reposent sur l'adoption de pales automatiquement orientables. En haut du mât est fixée une nacelle qui transmet, grâce à un rotor, le mouvement des pales vers un générateur électrique. Les pales, grâce à l'automatisme de leur orientation, permettent l'adaptation à la vitesse du vent, ce qui stabilise la vitesse de rotation du rotor et améliore le rendement du générateur électrique.

Etant dans certains pays (Danemark, Allemagne) en développement depuis plusieurs décennies, les éoliennes actuelles ont déjà bénéficié d'une assez grande expérience, les conventions d'installation fixant d'ailleurs une durée de vie d'au moins 20 ans. Ceci dit, l'application de ces techniques aux installations locales reste un sujet d'incertitude.



mB34.4. LES EOLIENNES ET L'ENVIRONNEMENT

LES PARCS ÉOLIENS

Depuis mi-juillet 2007 l'Etat a créé le système des «zones de développement éolien» (ZDE), en dehors desquelles les éoliennes ne peuvent profiter du tarif d'obligation d'achat, seul susceptible d'assurer la rentabilité du système pour les propriétaires de terrains éventuellement concernés, et les collectivités locales en cause.

De toutes façons, pour qu'un aérogénérateur soit rentable, il faut que les vents soient suffisamment forts et réguliers, avec une moyenne annuelle d'au moins 5,5 [m/s]. Tout dépend de la **région**, et du **site** lui-même. Pour y parvenir il faut, schématiquement réunir les deux conditions qui sont indiquées dans le tableau ci-dessous. Une disposition qui est à la base des choix géographiques adaptés à la création de parcs éoliens.

SITES ÉOLIENS PRÉFÉRENTIELS	
Région (carte ADEME disponible)	Sites
peu ventée	<i>crêtes, collines à la rigueur</i>
assez peu ventée	<i>crêtes, collines, bords de mer ou de lac</i>
moyennement ventée	<i>crêtes, collines, bords de mer ou de lac, prairies dégagées</i>
assez fortement ventée	<i>crêtes, collines, bords de mer ou de lac, rase campagne</i>
fortement ventée	<i>tous sites, sauf très urbanisés</i>

